

46

Circular  
TécnicaFortaleza, CE  
Outubro, 2014

## Autores

**Fábio Rodrigues de Miranda**  
Engenheiro-agrônomo, Ph.D.  
em Engenharia de Biosistemas,  
pesquisador da Embrapa  
Agroindústria Tropical, Fortaleza,  
CE, fabio.miranda@embrapa.br

**Pedro Felizardo A. de Paula Pessoa**  
Administrador, mestre em  
Economia, pesquisador da  
Embrapa Agroindústria Tropical,  
Fortaleza, CE,  
pedro.pessoa@embrapa.br

**Christiana de Fátima B. da Silva**  
Engenheira-agrônoma, doutora  
em Fitopatologia, pesquisadora da  
Embrapa Agroindústria Tropical,  
Fortaleza, CE,  
christiana.bruce@embrapa.br

**Antônio Lindemberg M. Mesquita**  
Engenheiro-agrônomo, doutor  
em Entomologia, pesquisador da  
Embrapa Agroindústria Tropical,  
Fortaleza, CE,  
lindemberg.mesquita@embrapa.br

**Adroaldo Guimarães Rossetti**  
Matemático, doutor em  
Engenharia e Gestão do  
Conhecimento, pesquisador da  
Embrapa Agroindústria Tropical,  
Fortaleza, CE,  
adroaldo.rossetti@embrapa.br

# Produção de Morangos em Sistema Hidropônico Fechado, Empregando Substrato de Fibra de Coco, na Serra da Ibiapaba, CE

## Introdução

O cultivo do morangueiro tem despertado o interesse dos agricultores da região da Serra da Ibiapaba, CE, devido aos preços compensadores obtidos nos mercados do Ceará e Piauí. Esses mercados são abastecidos por frutos produzidos na região Sudeste do Brasil, os quais apresentam custos de frete mais elevados.

O sistema de produção do morangueiro utilizado na região da Ibiapaba segue as práticas utilizadas nas regiões Sudeste e Sul, como o plantio no solo, em canteiros cobertos com mulching plástico e com utilização de estruturas de cultivo protegido, tipo túnel, durante a estação chuvosa.

O cultivo convencional do morangueiro tem limitações devidas à alta incidência de doenças causadas por fungos e bactérias. Com relação à mão de obra, os trabalhadores enfrentam problemas ergonômicos, causados por movimentos repetitivos e em postura inadequada, para a realização dos tratos culturais nos canteiros, muitas vezes dificultando a contratação de mão de obra nas regiões de produção.

O uso de sistemas de cultivo sem solo e em ambiente protegido é apontado como tendência para a cultura do morangueiro. Uma vez que o cultivo é feito em bancadas acima do nível do solo, o trabalho é facilitado e menos insalubre, há redução da ocorrência de doenças foliares, e, conseqüentemente, da aplicação de defensivos. Além disso, torna-se possível a produção em uma mesma área durante longo tempo, evitando-se a necessidade de rotação de culturas, o que é decisivo especialmente em pequenas propriedades. Há, também, melhora da qualidade dos frutos, tanto do ponto de vista de sua aparência, quanto de contaminantes químicos e microbiológicos (ANTUNES et al., 2005; BORTOLOZZO et al., 2007). Esse sistema já vem sendo usado há mais de 10 anos na região Sul do Brasil, tendo-se notado um crescimento significativo nos últimos 5 anos.

Os sistemas de cultivo sem solo, ou hidropônicos, podem ser fechados, quando a solução nutritiva que passa pelas raízes retorna ao depósito de origem, ou abertos, quando a solução aplicada não retorna à origem. Atualmente, predominam os sistemas abertos, com drenagem perdida de solução nutritiva e cultivo em vasos ou sacolas, contendo diferentes tipos de substratos.

No cultivo em substratos, é necessário aplicar uma quantidade excedente de água ou solução nutritiva, que varia de 10% a 50% do volume aplicado, para

manter a salinidade do meio em níveis adequados à cultura. Nos sistemas hidropônicos abertos, essas perdas diminuem a eficiência econômica do cultivo e provocam a contaminação do solo e da água subterrânea por nutrientes. Por essa razão, alguns países europeus permitem apenas a utilização de sistemas de cultivo sem solo fechados, com recirculação da solução nutritiva. Tais sistemas permitem uma redução do consumo de água na ordem de 30% e mais de 50% em termos de fertilizantes.

Entre os substratos que podem ser utilizados no cultivo sem solo, a fibra de coco é o que apresenta maior disponibilidade e melhor relação custo-benefício na região Nordeste do Brasil. A fibra de coco é muito utilizada no cultivo de hortaliças e flores em várias regiões do mundo, em virtude de ser uma matéria-prima renovável e com características físicas e químicas promissoras, tais como: excelente porosidade, não reação com os nutrientes da adubação, boa durabilidade, possibilidade de esterilização e custo acessível ao produtor, quando a área de produção se localiza próximo à fonte de matéria-prima.

## Sistemas hidropônicos para o morangueiro

No cultivo do morangueiro em sistemas hidropônicos, podem ser utilizados como contentores do substrato: sacolas, sacos, vasos ou calhas, com diferentes dimensões. Na região da Serra da Ibiapaba, CE, foram testados com sucesso sistemas com calhas e sacos, descritos a seguir.

Os contentores (sacos ou calhas) são colocados sobre bancadas, construídas de caibros e ripas de madeira, com dimensões de 0,8 m de altura e 1,0 m de largura. Entre as bancadas, deixa-se um corredor com largura mínima de 0,8 m (Figura 1). As bancadas são instaladas sob uma estufa, do tipo túnel alto, com estrutura tubular em aço galvanizado, com 3,6 m de largura e 2,8 m de altura, coberta com filme plástico leitoso, com espessura de 150  $\mu\text{m}$ . Em regiões tropicais, a principal função do túnel é proteger a cultura de chuvas e reduzir a disseminação de doenças. Em épocas secas, com temperaturas mais elevadas, a cobertura plástica pode ser retirada para favorecer a aeração do cultivo.



Foto: Fábio Rodrigues de Miranda

**Figura 1.** Bancadas de madeira dos sistemas hidropônicos de calhas e sacos de cultivo sob a estrutura tubular de túnel alto.

No sistema de calhas, podem ser instaladas sobre as bancadas três fileiras de calhas do modelo Auto Compensadora Pequena (Hidrogood® Horticultura Moderna Ltda.), espaçadas de 0,4 m entre si (Figura 2). As calhas têm dimensões de 4,0 m de comprimento, 0,22 m de altura e 0,17 m de largura. Em cada calha, são colocados 26 litros de substrato de fibra de coco Golden Mix Misto Tipo 80®, da empresa Amafibra Fibras e Substratos Agrícola da Amazônia Ltda. Esse modelo de calha possui uma câmara de drenagem sob o fundo, com saídas nas extremidades, que facilitam a coleta da água ou solução nutritiva drenada do substrato.



Foto: Fábio Rodrigues de Miranda

**Figura 2.** Sistema hidropônico em calhas para o cultivo do morangueiro.

No sistema de sacos, são dispostas duas fileiras de sacos de cultivo sobre a bancada, espaçadas 0,5 m entre si. Após receberem irrigação, cada saco apresenta dimensões de 1,2 m de comprimento, 0,25 m de largura e 0,12 m de altura, totalizando 36 litros de substrato de fibra de coco (Figura 3). Sacos de cultivo com tais dimensões podem comportar de seis a oito plantas de morangueiro cada um.

Foto: Fábio Rodrigues de Miranda



**Figura 3.** Sistema hidropônico em sacos para o cultivo do morangueiro.

O produtor pode optar por adquirir os sacos de cultivo já com o substrato prensado, também chamados no mercado de “slabs”, ou comprar separadamente o filme de polietileno tubular e o substrato em fardos e preparar os sacos de cultivo.

Quando confeccionados com filme plástico de polietileno dupla-face branco-preto de boa qualidade, os sacos podem durar até 3 anos com cultivos sucessivos. Após esse período, a porosidade do substrato diminui consideravelmente, reduzindo a produtividade.

### Solução nutritiva

No cultivo em substratos com baixa capacidade de troca de cátions (CTC), como é o caso do substrato de fibra de coco, deve-se realizar a fertirrigação com solução nutritiva em todas as irrigações. Para o preparo da solução nutritiva, o produtor pode adquirir formulações prontas, disponíveis no mercado, ou fazer a sua própria formulação, utilizando fertilizantes solúveis. Existem várias formulações de solução nutritiva

para o morangueiro, desenvolvidas para diferentes condições climáticas. A formulação de solução nutritiva proposta por Furlani e Fernandes Júnior (2004) e utilizada com sucesso no cultivo do morangueiro na Serra da Ibiapaba, CE, com água de baixa salinidade ( $CE = 0,1 \text{ dS/m}$ ), é apresentada na Tabela 1.

As quantidades de fertilizantes sugeridas podem ser misturadas a 10.000 L de água em um reservatório e aplicadas diretamente na irrigação do cultivo (solução diluída). O reservatório deve ser coberto e construído com material que não reaja com os fertilizantes, como por exemplo, cloreto de polivinil (PVC) ou fibra de vidro.

**Tabela 1.** Fertilizantes utilizados para preparar 10.000 L de solução nutritiva para o cultivo do morangueiro.

Fertilizante	Quantidade (g)
Nitrato de Cálcio	5.200
Nitrato de potássio	3.130
Fosfato monopotássico (MKP)	2.180
Sulfato de Magnésio	3.690
Ferro quelatizado (6% Fe)	470
Sulfato de Manganês	38
Sulfato de Cobre	15
Sulfato Zinco	14
Ácido Bórico	41
Molibdato de Sódio	1,3

Fonte: Adaptado de Furlani e Fernandes-Júnior (2004).

Considerando-se que o consumo de solução nutritiva do morangueiro pode atingir até  $5 \text{ L/m}^2$  por dia, dependendo do tamanho da área cultivada, o volume total consumido diariamente no plantio pode ser elevado, havendo necessidade de preparo frequente da solução diluída. Nesse caso, é mais prático e mais barato trabalhar com soluções concentradas, ou soluções-estoque, e utilizar dispositivos como bombas dosadoras, venturis, etc., para injetar essas soluções na tubulação de irrigação.

No preparo de soluções-estoque, são utilizados pelo menos dois tanques de solução, nos quais as soluções ficam concentradas de 100 a 200 vezes. Em virtude da incompatibilidade dos fertilizantes contendo cálcio e aqueles contendo sulfatos e fosfatos, deve-se colocar em um tanque o nitrato



de cálcio e os micronutrientes; no segundo tanque, são misturados os outros fertilizantes.

As soluções concentradas devem ser agitadas com frequência para evitar a precipitação dos fertilizantes no fundo dos tanques. Para isso, podem ser utilizados agitadores mecânicos ou pequenas bombas de recirculação.

Para a injeção da solução nutritiva concentrada no sistema de irrigação, podem ser utilizados diversos tipos de injetores, sendo os mais comuns o injetor venturi e as bombas dosadoras.

O pH e a condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva devem ser monitorados diariamente. Para o morangueiro, recomenda-se manter o pH da solução nutritiva entre 5,5 e 6,5, e a CE, entre 1,4 e 1,8 dS/m. Em regiões mais quentes, deve-se manter a CE da solução nutritiva em níveis mais baixos.

No caso da formulação apresentada na Tabela 1, as quantidades de fertilizantes podem ser misturadas a volumes de 100 L de água, em dois tanques de solução estoque (Figura 4). Nesse caso, a solução estoque será concentrada 100 vezes ( $10.000 \div 100 = 100$ ). Toda vez que o sistema de

irrigação entrar em funcionamento, as soluções estoques serão injetadas na linha de irrigação por meio das bombas dosadoras, na proporção de 1 L de solução estoque para cada 100 L de água que passa pela tubulação.

A fim de permitir uma boa absorção de nutrientes pelas plantas e evitar precipitações de carbonato de cálcio nas tubulações de irrigação, é muito importante que o pH da solução nutritiva seja mantido entre 5,5 e 6,5. Para baixar o pH da solução, podem ser utilizados fertilizantes na forma de ácidos nítrico ou fosfórico. Se o pH estiver abaixo de 5,5, faz-se a correção com hidróxido de potássio ou de sódio.

## Irrigação

No cultivo do morangueiro em substrato, o sistema de irrigação por gotejamento é o mais indicado, permitindo automatizar as irrigações e aplicar a solução nutritiva com uniformidade, eficiência e economia de água e energia. O sistema de irrigação é composto por motobomba, filtro, injetores de fertilizantes, tanques de solução nutritiva, emissores, tubulações de PVC e de polietileno.

O sistema deve ser automatizado de forma a permitir a aplicação de vários pulsos de irrigação, com duração de alguns minutos, ao longo do dia. Para isso, são utilizados um programador de irrigação, ou *timer*, e válvulas solenoides. O dimensionamento do sistema de irrigação deve ser feito por técnico qualificado, de forma que a variação de vazão entre os gotejadores seja de no máximo 10%. Os emissores devem ser de boa qualidade, de preferência do tipo autocompensador de pressão.

No caso do cultivo em sacos, devem ser utilizados gotejadores do tipo “botão”, com microtubos e estacas ou do tipo estaca gotejadora, de modo a conduzir a água até as aberturas onde são plantadas as mudas (Figura 5).

No sistema de cultivo em calhas, podem ser usados emissores de menor custo como os tubogotejadores (tubos de polietileno com gotejadores integrados) ou mangueiras gotejadoras, que devem ser fixadas sobre a superfície do substrato nas calhas para evitar que se desloquem. Para o cultivo do morangueiro, o espaçamento entre os gotejadores deve ser de, no máximo, 30 cm.

Foto: Fábio Rodrigues de Miranda



**Figura 4.** Sistema de fertirrigação composto por bomba centrífuga, filtro de discos e bombas dosadoras e tanques de solução estoque.

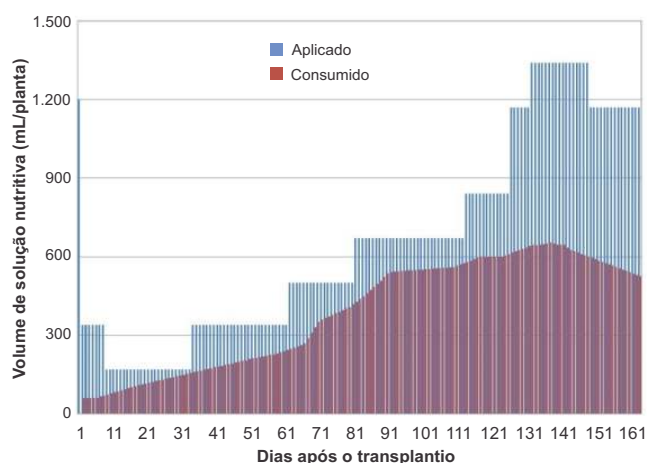


Foto: Fábio Rodrigues de Miranda

**Figura 5.** Gotejadores tipo “botão”, com microtubos e estacas utilizados na irrigação do morangueiro em sacos de cultivo.

Os gotejadores utilizados no cultivo sem solo geralmente têm vazão de 1 a 4 L/h. As irrigações são realizadas aplicando-se pulsos com duração de 5 a 15 minutos cada um. Antes do transplantio das mudas, deve-se saturar o substrato com a solução nutritiva e deixá-lo drenar até que a condutividade elétrica (CE) da drenagem esteja abaixo de 2,0 dS/m. Após o transplantio das mudas, aplica-se um pulso de irrigação por dia com volume em torno de 150 mL/planta. À medida que a cultura se desenvolver e o seu consumo de água aumentar, eleva-se o número de pulsos de irrigação diários.

Na Figura 6, são apresentados os volumes de solução nutritiva aplicados e consumidos diariamente no cultivo do morangueiro em substrato de fibra de



**Figura 6.** Volumes de solução nutritiva (mL/planta dia) aplicados e consumidos por plantas de morangueiro cultivadas em substrato de fibra de coco. Ibiapina, CE, 2012.

coco, em Ibiapina, CE. Nesse caso, os gotejadores tinham vazão de 2,0 L/h e cada pulso de irrigação tinha duração de 5 minutos, com um volume aplicado em cada pulso de 170 mL por planta.

As medidas do pH e da CE da solução drenada devem ser realizadas diariamente pela manhã e servem para orientar a tomada de decisão quanto ao manejo das irrigações. Caso não tenha ocorrido drenagem no dia anterior ou a CE da solução drenada esteja acima de 2,5 dS/m, deve-se aumentar o número de pulsos de irrigação diários.

### Recirculação da solução nutritiva

Para permitir a coleta e a reutilização da solução de drenagem no cultivo em sacos, podem ser instaladas calhas construídas com tubos de PVC, com diâmetro de 100 mm, cortadas ao meio e fixadas embaixo das fileiras de plantio (Figura 7). A solução drenada é conduzida por gravidade até um reservatório na parte mais baixa do terreno.



Foto: Fábio Rodrigues de Miranda

**Figura 7.** Sistema de coleta da drenagem do sistema de cultivo em sacos.

No caso do cultivo em calhas, pode ser instalada uma tubulação de PVC, com diâmetro de 32 mm, que coleta a solução diretamente dos orifícios de drenagem das calhas e a conduz por gravidade para um reservatório na parte mais baixa do terreno (Figura 8). Em ambos os casos, a solução drenada retorna para o reservatório de solução nutritiva diluída ou é reinjetada antes do filtro da linha de irrigação, quando se trabalha com solução estoque.





**Figura 8.** Sistema de coleta da drenagem do sistema de cultivo em calhas.

Antes de reutilizar a solução, deve-se ajustar o seu pH e a CE no tanque de drenagem para os níveis recomendados para o morangueiro (pH entre 5,5 e 6,5 e CE entre 1,4 e 1,8 dS/m). Para baixar a CE da solução de drenagem, pode-se adicionar água. Para elevar a CE, deve-se adicionar solução nutritiva concentrada.

Um dos problemas que ocorrem nos sistemas hidropônicos fechados é que as plantas não absorvem os nutrientes nas mesmas proporções em que eles se encontram na solução nutritiva. Isso faz com que, com o tempo, haja um desequilíbrio nas concentrações dos nutrientes da solução nutritiva recirculante. Por isso, recomenda-se que pelo menos a cada três semanas a solução restante no sistema seja substituída por uma nova solução. No descarte da solução antiga, de preferência, deve-se reutilizá-la na fertirrigação de outros cultivos, minimizando a poluição do solo e da água.

Para algumas doenças do morangueiro, cuja infecção pode ocorrer pela água de irrigação – por exemplo, antracnose-do-rizoma, podridão-de-esclerotinia e murcha-de-verticillium –, esse risco aumenta em sistemas de cultivo com recirculação da solução nutritiva. Como medida preventiva, recomenda-se a utilização de mudas, substratos e água de irrigação comprovadamente sadios e livres de contaminação por tais doenças. Outra recomendação é retirar imediatamente do plantio, assim que forem identificadas, todas as plantas e fontes de inóculo sintomáticas.

Para maior segurança, o produtor pode utilizar algum tipo de tratamento de desinfecção da solução, por exemplo: radiação ultravioleta (UV), pasteurização, ozonização, cloração e uso de peróxido de hidrogênio. Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens, assim como custos distintos entre si.

### Preparo do substrato e plantio

Quando os sacos de cultivo forem utilizados pela primeira vez, após serem enfileirados nas bancadas, abrem-se pequenos orifícios no mesmo espaçamento das plantas e inserem-se os gotejadores por eles. Aplica-se, então, a solução nutritiva em pulsos de alguns minutos, até a saturação completa do substrato. Os sacos plásticos devem permanecer saturados com a solução nutritiva durante 24 horas. Após esse tempo, são abertas fendas em forma de T invertido ou de cunha, na sua parte inferior para permitir a drenagem do excesso de solução.

Após a saturação com a solução nutritiva, os sacos de cultivo passam a ter a forma definitiva, e os orifícios podem então ser abertos na parte superior, para o plantio das mudas. Essas aberturas devem ter pelo menos 7 cm de diâmetro para permitir o plantio das mudas e a instalação das estacas dos gotejadores. Para facilitar a operação, as perfurações são feitas queimando-se o plástico com uma lata circular, aquecida em brasa e apoiada por um cabo de madeira.

No caso do cultivo em calhas, o substrato deve ser distribuído uniformemente sobre elas, e a mangueira com os gotejadores deve ser disposta ao longo das calhas. A seguir, devem-se aplicar pulsos de alguns minutos, até a saturação completa do substrato.

Em ambos os casos, deve-se medir a condutividade elétrica (CE) da solução drenada. Se estiver abaixo de 2 dS/m, pode ser feito o transplante das mudas. Caso a CE da drenagem esteja acima desse valor, deve-se continuar a aplicar a solução nutritiva com uma CE mais baixa (até 1,5 dS/m), até que a CE da drenagem fique abaixo de 2 dS/m.

Após a drenagem do excesso de solução e a confirmação de que a CE da solução de drenagem está em níveis adequados, o substrato está pronto para o transplantio das mudas. Devem-se utilizar

preferencialmente mudas produzidas em bandejas e com substrato inerte. O uso desse tipo de muda evita a contaminação do cultivo com patógenos do solo, facilita o pegamento, diminui o gasto de solução nutritiva para o estabelecimento do cultivo e reduz o tempo para o início das colheitas.

No caso de se utilizarem mudas de raiz nua, antes do plantio devem-se cortar as folhas na haste, deixando-as com 3 cm de comprimento. Devem-se cortar também as raízes, deixando-as com 4 cm de comprimento (BORTOLOZZO et al., 2007). No transplante, deve-se assegurar que o sistema radicular seja totalmente coberto e que a base da coroa não fique encoberta pelo substrato.

No cultivo sem solo do morangueiro, normalmente são utilizadas densidades de plantio de 8 a 12 plantas/m<sup>2</sup>. No cultivo em calhas testado na região da Ibiapaba, as mudas foram plantadas no espaçamento de 0,3 m entre plantas na fileira (10 plantas/m<sup>2</sup>). No cultivo em sacos, foi utilizada uma densidade de 8 plantas por saco, dispostas em formato triangular, numa proporção de 13,3 plantas/m<sup>2</sup>.

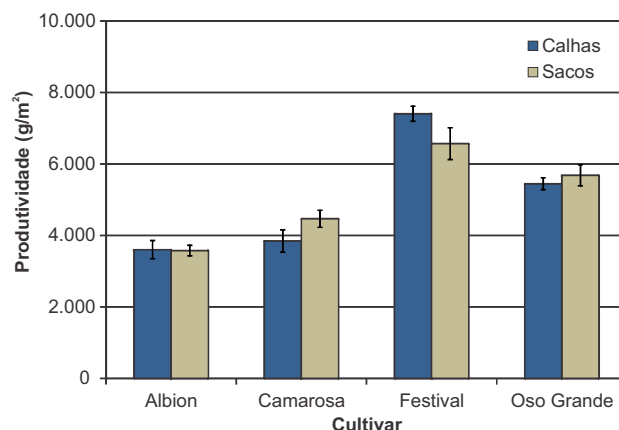
## Cultivares

No cultivo do morangueiro em substratos, normalmente são usadas as mesmas cultivares empregadas no cultivo no solo e que demonstrem boa adaptação às condições climáticas da região. Das cultivares mais plantadas no Brasil, foram avaliadas pela Embrapa sob cultivo em substrato, na região da Ibiapaba, CE, as seguintes: 'Oso Grande', 'Camarosa', 'Festival' e 'Albion'.

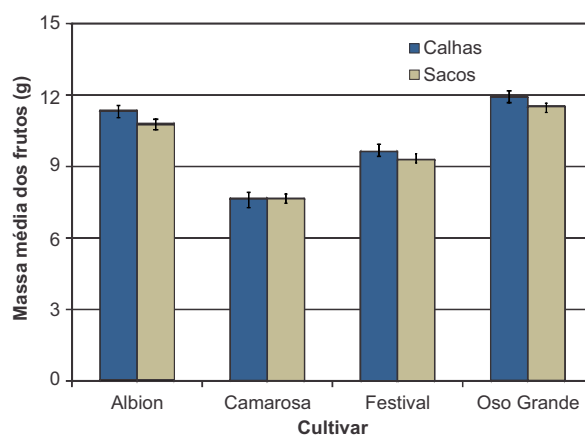
A cultivar Festival apresentou maior produtividade, tanto no sistema de calhas, quanto no sistema de sacos (7,0 kg m<sup>-2</sup>, correspondente a 1.170 g/planta ou 70.000 kg ha<sup>-1</sup>), seguida da 'Oso Grande' (5,6 kg m<sup>-2</sup>, correspondente a 920 g/planta e 56.000 kg ha<sup>-1</sup>). Ambas foram mais produtivas que as cultivares Camarosa (4,2 kg m<sup>-2</sup>, correspondente a 700 g/planta ou 42.000 kg ha<sup>-1</sup>) e Albion (3,6 kg m<sup>-2</sup>, correspondente a 597 g/planta e 36.000 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 9).

Apesar de a cultivar Festival ter apresentado maior produtividade do que a 'Oso Grande', seus frutos apresentam menor tamanho (massa média de 9,5 g/fruto, contra 11,8 g/fruto da 'Oso Grande')

(Figura 10). Por aliar boas características de produtividade, tamanho dos frutos e tolerância às doenças, a cultivar Oso Grande é atualmente a mais plantada na região da Ibiapaba.



**Figura 9.** Produtividade de cultivares de morangueiro em sistemas de cultivo hidropônico em calhas e sacos. Ibiapina, CE, 2012.



**Figura 10.** Massa média dos frutos de cultivares de morangueiro em sistemas de cultivo hidropônico em calhas e sacos. Ibiapina, CE, 2012.

## Tratos culturais

Após o plantio, à medida que as plantas crescem, deve-se realizar o desbaste das primeiras flores até que as plantas apresentem pelo menos cinco folhas. Também devem ser retirados periodicamente os estolões e folhas velhas ou que apresentem sintomas de doenças. Esse material deve ser enterrado fora da área do plantio para evitar a disseminação de doenças.

O ataque de pragas e doenças deve ser monitorado diariamente, e o controle, realizado de forma preventiva, preferencialmente, ou curativa,

utilizando métodos culturais, biológicos ou químicos. Instruções sobre a identificação e o manejo de pragas e doenças do morangueiro podem ser obtidas em Bortolozzo et al. (2007), Guimarães et al. (2010) e Reis e Costa (2011).

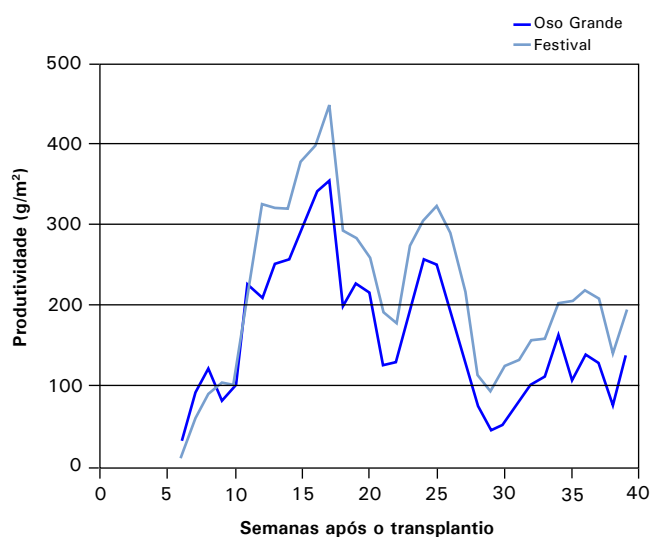
Nas condições climáticas da Serra da Ibiapaba, CE, as pragas de maior ocorrência são o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) e o ácaro-vermelho (*Tetranychus desertorum*). Se não forem adequadamente controlados, eles podem causar perdas significativas de produção e morte das plantas.

Entre as doenças de ocorrência mais comum na região da Ibiapaba, estão as manchas de alternaria e de pestalotiopsis, a podridão-de-fusarium e a antracnose-do-rizoma.

## Colheita

Em regiões de clima tropical, as colheitas dos frutos iniciam-se entre 45 e 60 dias após o transplantio das mudas para o substrato e podem se estender durante todo o ano, com alguns picos de produção. Na região da Ibiapaba, o período de pico de produção da cultivar Oso Grande ocorre entre 80 e 120 dias após o transplantio e, da Festival, entre 160 e 190 dias (Figura 11).

Dependendo das condições climáticas, as colheitas devem ser realizadas diariamente, ou, no máximo, a cada 3 dias. Os frutos são colhidos quando apresentam de 50% a 75% da superfície com cor vermelha brilhante.



**Figura 11.** Produtividade semanal das cultivares de morangueiro Oso Grande e Festival em sistemas de cultivo hidropônico em calhas na Serra da Ibiapaba, CE, 2012.

## Viabilidade econômica e custos de produção

Estimativas de rentabilidade do cultivo hidropônico fechado do morangueiro, da cultivar Oso Grande, em calhas e em sacos, considerando um módulo com 10 mil plantas (área de 2.150 m²), são apresentadas na Tabela 2. A título de comparação, foi incluído na análise o cultivo convencional (no solo). Os detalhamentos dos gastos relacionados aos investimentos e custos de cada sistema são apresentados nas tabelas 3 a 14.

No cálculo das receitas brutas (Tabela 2), foram consideradas produtividades médias de 1,0 kg/planta nos sistemas hidropônicos e 0,62 kg/planta no sistema convencional. Com relação ao preço médio de comercialização, segundo produtores da região da Ibiapaba, CE, em 2013 o preço foi de R\$ 8,10/kg, considerando-se 80% de frutos para mesa (R\$ 9,00/kg) e 20% de frutos para venda para a indústria na forma congelada (R\$ 4,50/kg).

Tanto os sistemas de cultivo hidropônicos quanto o cultivo convencional mostraram-se viáveis economicamente, com retorno do investimento maior que 33%, quando comparados com as oportunidades de investimento oferecidas pelo mercado financeiro, que são inferiores a 12% ao ano. O maior lucro foi proporcionado pelo sistema hidropônico em calhas, seguido de perto pelo cultivo em sacos.

O cultivo convencional, apesar de apresentar receita bruta e lucro menores, foi o sistema que apresentou o maior retorno do investimento, em virtude de requerer um investimento total bem inferior ao cultivo hidropônico. Para cada R\$ 100,00 investidos nos sistemas de cultivo hidropônicos, há um retorno anual de R\$ 34,80 e R\$ 33,60, nos cultivos em calhas e em sacos, respectivamente. Já no cultivo convencional, o retorno anual é de R\$ 99,20.

Apesar de apresentar menor rentabilidade que o cultivo no solo, o cultivo hidropônico do morangueiro apresenta vantagens que devem ser consideradas pelo produtor na tomada de decisão do sistema de cultivo a ser adotado, tais como: menor uso de agroquímicos, obtenção de frutos com melhor qualidade e condições de trabalho mais favoráveis para a mão de obra com relação à postura para realização de tratos culturais e à redução da aplicação de insumos.



**Tabela 2.** Rentabilidade anual de módulos de 10 mil plantas de morangueiro nos sistemas de cultivo convencional e hidropônico, em calhas e em sacos, na região da Ibiapaba, CE.

Descrição	Unid.	Convencional (no solo)	Hidropônico	
			Calhas	Sacos
Produção	(kg)	6.200	10.000	10.000
Receita bruta	(R\$)	50.220,00	81.000,00	81.000,00
Investimento fixo	(R\$)	12.264,00	78.255,00	75.289,00
Investimento – capital de giro	(R\$)	7.498,00	8.637,00	8.637,00
Custo operacional	(R\$)	30.614,00	50.758,00	52.759,00
Lucro	(R\$)	19.606,00	30.242,00	28.241,00
Retorno do investimento total	(%)	99,2	34,8	33,6

**Tabela 3.** Investimento fixo (gastos com bens, insumos e serviços) para a implantação de um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema hidropônico em h/d

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade	Valor total
			(R\$/unid)	(R\$)
Arcos para túnel alto	unid.	135	12,00	1.620,00
Filme plástico para túnel alto	m	500	10,00	5.000,00
Bancadas (madeira, pregos, parafusos, etc.)	m	1.000	10,00	10.000,00
Calha para cultivo hidropônico (4 m)	unid.	750	50,00	37.500,00
Sistema de irrigação por gotejamento	unid.	1	10.880,00	10.880,00
Sistema de recirculação de solução nutritiva	unid.	1	3.200,00	3.200,00
Construção de bancadas	h/d <sup>(1)</sup>	10	30,00	300,00
Instalação de sistema de coleta de solução nutritiva	h/d <sup>(1)</sup>	5	30,00	150,00
Instalação do túnel	h/d <sup>(1)</sup>	6	30,00	180,00
Conduvímeter portátil	unid.	1	400,00	400,00
Peagâmetro portátil	unid.	1	400,00	400,00
Substrato de fibra de coco	fardo	125	65,00	8.125,00
Cestas para colheita	unid.	50	10,00	500,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>78.255,00</b>

<sup>(1)</sup>h/d: homem/dia.**Tabela 4.** Gastos com depreciação de um módulo de 10 mil plantas no sistema hidropônico em calhas.

Descrição	Valor total	Vida útil	Depreciação anual
	(R\$)	(anos)	(R\$/ano)
Túnel (arcos)	1.620,00	10	162,00
Túnel (plástico)	5.000,00	2	2.500,00
Bancadas	10.000,00	6	1.666,67
Calha para cultivo hidropônico	37.500,00	6	6.250,00
Sistema de irrigação	10.880,00	6	1.813,33
Sistema de recirculação de solução nutritiva	3.200,00	10	320,00
Conduvímeter portátil	400,00	2	200,00
Peagâmetro portátil	400,00	2	200,00
Substrato de fibra de coco	8.125,00	2	4.062,50
Cestas para colheita	500,00	3	166,67
<b>Total</b>	<b>77.625,00</b>	-	<b>17.341,17</b>

**Tabela 5.** Investimento em capital de giro (gastos com insumos e serviços realizados antes dos recebimentos das vendas) para um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema hidropônico em calhas.

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Mudas de morangueiro	unid.	11.000	0,30	3.300,00
Fertilizantes	kg	160	2,67	427,00
Fungicidas	L	2	100,00	200,00
Inseticidas/acaricidas	L	2	60,00	120,00
Energia elétrica para irrigação	kWh	90	0,50	45,00
Embalagens	unid.	2.625	1,00	2.625,00
Mão de obra (plantio, tratos culturais, colheita e embalagem)	salário	2	960,00	1.920,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>8.637,00</b>

**Tabela 6.** Custo operacional (gastos com insumos e serviços realizados no processo produtivo) para um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema hidropônico em calhas.

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Mudas de morangueiro	unid.	11.000	0,30	3.300,00
Fertilizantes	kg	1.600	2,67	4.272,00
Fungicidas	L	4	100,00	400,00
Inseticidas/acaricidas	L	4	60,00	240,00
Energia elétrica para irrigação	kWh	450	0,50	225,00
Embalagens	unid.	10.500	1,00	10.500,00
Mão de obra (plantio, tratos culturais, colheita e embalagem)	salário	13	960,00	12.480,00
Depreciação	-	-	-	17.341,00
Outros (terra, impostos, taxas, etc.)	-	-	-	2.000,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>50.758,00</b>

**Tabela 7.** Investimento fixo (gastos com bens, insumos e serviços) para a implantação de um módulo de 10 mil plantas no sistema hidropônico em sacos.

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Arcos para túnel alto	unid.	135	12,00	1.620,00
Filme plástico para túnel alto	m	500	10,00	5.000,00
Bancadas (madeira, pregos, parafusos, etc.)	m	1.000	18,00	18.000,00
Sacos de cultivo com substrato de fibra de coco	unid.	1.667	18,00	30.000,00
Sistema de irrigação	unid.	1	13.679,00	13.679,00
Sistema de recirculação de solução nutritiva	unid.	1	5.000,00	5.000,00
Construção de bancadas	h/d <sup>(1)</sup>	12	30,00	360,00
Instalação de sacos e sistema de coleta de SN	h/d <sup>(1)</sup>	5	30,00	150,00
Instalação do túnel	h/d <sup>(1)</sup>	6	30,00	180,00
Condutímetro portátil	unid.	1	400,00	400,00
Peagâmetro portátil	unid.	1	400,00	400,00
Cestas para colheita	unid.	50	10,00	500,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>75.289,00</b>

<sup>(1)</sup>h/d: homem/dia.

**Tabela 8.** Gastos com depreciação de um módulo de 10 mil plantas no sistema hidropônico em sacos.

Descrição	Valor total (R\$)	Vida útil (anos)	Depreciação anual (R\$/ano)
Túnel (arcos)	1.620,00	10	162,00
Túnel (plástico)	5.000,00	2	2.500,00
Bancadas (madeira, pregos, parafusos, etc.)	18.000,00	6	3.000,00
Sacos de cultivo com substrato de fibra de coco	30.000,00	3	10.000,00
Sistema de irrigação	13.679,00	6	2.280,00
Sistema de recirculação de solução nutritiva	5.000,00	6	833,00
Condutímetro portátil	400,00	2	200,00
Peagâmetro portátil	400,00	2	200,00
Cestas para colheita	500,00	3	167,00
<b>Total</b>	<b>74.599,00</b>	-	<b>19.342,00</b>

**Tabela 9.** Investimento em capital de giro (gastos com insumos e serviços realizados antes dos recebimentos das vendas) para um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema hidropônico em sacos.

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Mudas de morangueiro	unid.	11.000	0,30	3.300,00
Fertilizantes	kg	160	2,67	427,00
Fungicidas	L	2	100,00	200,00
Inseticidas/acaricidas	L	2	60,00	120,00
Energia elétrica para irrigação	kWh	90	0,50	45,00
Embalagens	unid.	2.625	1,00	2.625,00
Mão de obra (plantio, tratos culturais, colheita e embalagem)	salário	2	960,00	1.920,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>8.637,00</b>

**Tabela 10.** Custo operacional (gastos com insumos e serviços realizados no processo produtivo) para um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema hidropônico em sacos.

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Mudas de morangueiro	unid.	11.000	0,30	3.300,00
Fertilizantes	kg	1.600	2,67	4.272,00
Fungicidas	L	4	100,00	400,00
Inseticidas/acaricidas	L	4	60,00	240,00
Energia elétrica para irrigação	kWh	450	0,50	225,00
Embalagens	unid.	10.500	1,00	10.500,00
Mão de obra (plantio, tratos culturais, colheita e embalagem)	salário	13	960,00	12.480,00
Depreciação	-	-	-	19.342,00
Outros (terra, impostos, taxas, etc.)	-	-	-	2.000,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>52.759,00</b>



**Tabela 11.** Investimento fixo (gastos com bens, insumos e serviços) para a implantação de um módulo de 10.000 plantas de morangueiro no sistema convencional (no solo).

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Preparo do solo	h/m <sup>(1)</sup>	5	80,00	400,00
Arcos para túnel alto	unid.	110	12,00	1.320,00
Filme plástico para túnel alto	m	400	10,00	4.000,00
Sistema de irrigação	unid.	1	6.144,00	6.144,00
Cestas para colheita	unid.	40	10,00	400,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>12.264,00</b>

h/m<sup>(1)</sup>: hora/máquina.**Tabela 12.** Gastos com depreciação de um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema convencional (no solo).

Descrição	Valor total (R\$)	Vida útil (anos)	Depreciação anual (R\$/ano)
Túnel (arcos)	1.320,00	10	132,00
Túnel (plástico)	4.000,00	2	2.000,00
Sistema de irrigação	6.144,00	6	1.024,00
Cestas para colheita	400,00	3	133,00
<b>Total</b>	<b>11.864,00</b>	-	<b>3.289,00</b>

**Tabela 13.** Investimento em capital de giro (gastos com insumos e serviços realizados antes dos recebimentos das vendas) para um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema convencional (no solo).

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Mudas de morangueiro	unid.	11.000	0,30	3.300,00
Fertilizantes	kg	80	1,60	128,00
Fungicidas	L	3	100,00	300,00
Inseticidas/acaricidas	L	3	60,00	180,00
Energia elétrica para irrigação	kWh	90	0,50	45,00
Embalagens	unid.	1.625	1,00	1.625,00
Mão de obra (plantio, tratos culturais, colheita e embalagem)	salário	2	960,00	1.920,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>7.498,00</b>

**Tabela 14.** Custo operacional (gastos com insumos e serviços realizados no processo produtivo) para um módulo de 10 mil plantas de morangueiro no sistema convencional (no solo).

Descrição	Unid.	Qtde.	Custo da unidade (R\$/unid.)	Valor total (R\$)
Mudas de morangueiro	unid.	11.000	0,30	3.300,00
Fertilizantes	kg	800	1,60	1.280,00
Fungicidas	L	6	100,00	600,00
Inseticidas/acaricidas	L	6	60,00	360,00
Energia elétrica para irrigação	kWh	450	0,50	225,00
Embalagens	unid.	6.500	1,00	6.500,00
Mão de obra (plantio, tratos culturais, colheita e embalagem)	salário	13	960,00	12.480,00
Filme plástico branco-preto para mulch	m	800	0,40	320,00
Mão de obra instalação do mulch	h/d <sup>(1)</sup>	2	30,00	60,00
Mão de obra instalação do túnel	h/d <sup>(1)</sup>	4	30,00	120,00
Transporte de insumos	h/m <sup>(2)</sup>	1	80,00	80,00
Depreciação	-	-	-	3.289,00
Outros (terra, impostos, taxas, etc.)	-	-	-	2.000,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>30.614,00</b>

h/d<sup>(1)</sup>: homem/dia.h/m<sup>(2)</sup>: hora/máquina.

## Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste do Brasil pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.

Ao Sr. Flávio José Pereira, pelo apoio na instalação e condução dos experimentos de campo.

## Referências

- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. Cultivo protegido. In: ANTUNES, L. E. C.; CAMPOS, A. D.; DUARTE FILHO, J.; MEDEIROS, A. R. M. de; SANTOS, A. M. dos (Ed.). **Sistema de produção do morango**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção 5). Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap09.htm> > . Acesso em: 03 fev. 2014.
- BORTOLOZZO, A. R.; SANHUEZA, R. M. V.; MELO, G. W. B. de.; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J. M. de.; BRAGHINI, L. C.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F. F.; FERLA, N. J. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 24 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular técnica, 62).
- FURLANI, P. R.; FERNANDES-JUNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. **Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 102-115. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 123). Disponível em: < <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/rsimposio.pdf> > . Acesso em: 03 dez. 2013.
- GUIMARÃES, J. A.; MICHEREFF FILHO, M.; RIBEIRO, M. G. P. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; LIZ, R. S. **Descrição e manejo das principais pragas do morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 90).
- REIS, A.; COSTA, H. **Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2011. 9 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 96). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57207/1/CT-96.pdf> > . Acesso em: 20 out. 2013.

### Circular Técnica, 46

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agroindústria Tropical**  
**Endereço:** Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici  
**Fone:** (0xx85) 3391-7100  
**Fax:** (0xx85) 3391-7109 / 3391-7195  
**E-mail:** [www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)

1ª edição (2014): on-line

### Comitê de Publicações

**Presidente:** Marlon Vagner Valentim Martins  
**Secretário-Executivo:** Marcos Antônio Nakayama

**Membros:** José de Arimatéia Duarte de Freitas,  
Celli Rodrigues Muniz, Renato Manzini Bonfim,  
Rita de Cássia Costa Cid, Rubens Sonsol Gondim  
e Fábio Rodrigues de Miranda.

### Expediente

**Revisão de texto:** Marcos Antônio Nakayama  
**Editoração eletrônica:** Arilo Nobre de Oliveira  
**Normalização bibliográfica:** Rita de Cassia Costa Cid